

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-228809

(43)Date of publication of application : 24.08.2001

(51)Int.Cl. G09F 9/30
 C09K 11/08
 C09K 11/54
 C09K 11/56
 C09K 11/59
 C09K 11/61
 C09K 11/64
 C09K 11/66
 C09K 11/78
 C09K 11/80
 C09K 11/84
 G02F 1/13

(21)Application number : 2000-338938

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 07.11.2000

(72)Inventor : TAKAHASHI KENJI

(30)Priority

Priority number : 11349633

Priority date : 09.12.1999

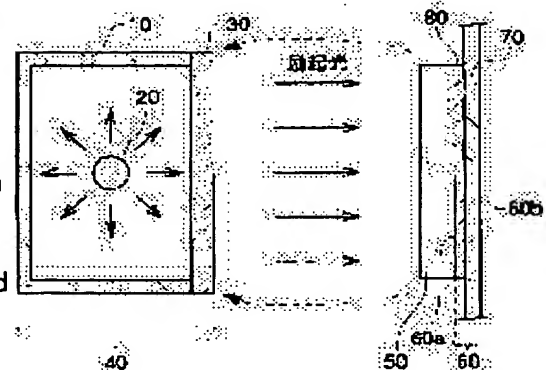
Priority country : JP

(54) DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an image with high sharpness, high efficiency, high luminance and high contrast in a display device, such as a PL-LCD in which a fluorescent film is irradiated with excitation light on its back face to emit light from its front face.

SOLUTION: The device is equipped with a light source part 40 to generate excitation light having specified wavelength, an optical device 50 to modulate the excitation light emitted from the light source 40 for each pixel in a two-dimensional plane, and a fluorescent screen 60, which accepts the excitation light modulated by the optical device 50 on a first face of the screen and generates visible rays to emit outside from a second face which is on a side opposite to the first face. The fluorescent screen 60 has a phosphor layer of 1×10^2 cm⁻¹ or higher absorption coefficient to the excitation light having prescribed wavelength.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-228809
(P2001-228809A)

(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テラート ⁷ (参考)
G 0 9 F 9/30	3 4 9	G 0 9 F 9/30	3 4 9 Z
C 0 9 K 11/08		C 0 9 K 11/08	J
11/54	CPB	11/54	CPB
11/56	CPC	11/56	CPC
11/59	CPR	11/59	CPR

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-338938 (P2000-338938)

(22) 出願日 平成12年11月7日 (2000.11.7)

(31) 優先権主張番号 特願平11-349633

(32) 優先日 平成11年12月9日 (1999.12.9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 高橋 健治

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100100413

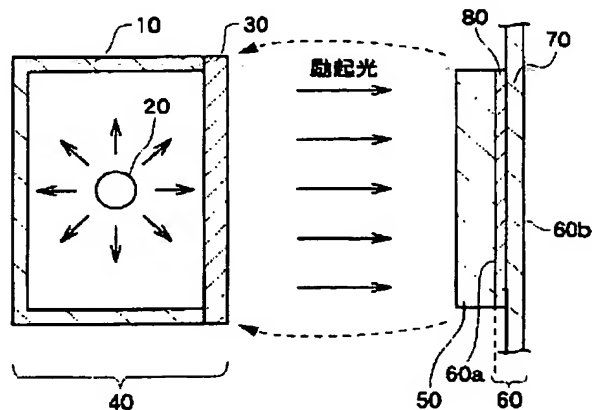
弁理士 渡部 温 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ディスプレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 PL-LCDを始めとする、蛍光膜に背面から励起光を照射して前面から発光光を取り出すディスプレイ装置において、高鮮鋭度でかつ高効率・高輝度・高コントラストの画像を実現する。

【解決手段】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部40と、光源部40により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子50と、光学素子50により変調された励起光を第1の面で受けて、これと反対側の第2の面から外部に可視光線を発生する蛍光スクリーン60とを具備し、蛍光スクリーン60は、所定の波長を有する励起光に対する吸収係数が $1 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$ 以上である蛍光体の層を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

前記光学素子により変調された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対する吸収係数が $1 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$ 以上である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項2】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

前記光学素子により変調された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対して最大輝度を与える膜厚が $120 \mu\text{m}$ 以下である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項3】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

前記光学素子により変調された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対する吸収係数と膜厚との積が $1 \sim 8$ である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項4】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

前記光学素子により変調された励起光を投射するための投射レンズと、

前記投射レンズにより投射された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対する吸収係数が $1 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$ 以上である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項5】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

前記光学素子により変調された励起光を投射するための投射レンズと、

前記投射レンズにより投射された励起光を第1の面で受

けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対して最大輝度を与える膜厚が $120 \mu\text{m}$ 以下である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項6】 所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、

前記光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、

10 前記光学素子により変調された励起光を投射するための投射レンズと、

前記投射レンズにより投射された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンと、を具備し、

前記蛍光スクリーンは、前記励起光に対する吸収係数と膜厚との積が $1 \sim 8$ である蛍光体の層を含むことを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項7】 前記蛍光体の層の膜厚が、 $120 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1、3、4又は6記載のディスプレイ装置。

【請求項8】 前記蛍光体の層は、前記励起光に対して最大輝度を与える膜厚が $80 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項2又は5記載のディスプレイ装置。

【請求項9】 前記蛍光体の層は、前記励起光に対する吸収係数と膜厚との積が $2 \sim 4$ であることを特徴とする請求項3又は6記載のディスプレイ装置。

【請求項10】 前記蛍光体が、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_2(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Au}, \text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Au}, \text{Al}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}, \text{Eu}$ と、 LiEuW_2O_8 と、 $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2\text{Cl}_2:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{Ba}_2\text{ZnS}_3:\text{Mn}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{SiO}_4:\text{Eu}$ と、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ と、 $\text{K}_3\text{Eu}_{25}(\text{WO}_4)_{75}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$ と、 $3 \cdot 5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$ とからなる群の内の少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項1～9のいずれか1項記載のディスプレイ装置。

【請求項11】 前記蛍光スクリーンが、前記蛍光体の発光を受けて可視光線を発生する前記蛍光体とは異なる蛍光体をさらに含むことを特徴とする請求項1～10のいずれか1項記載のディスプレイ装置。

【請求項12】 前記蛍光体とは異なる蛍光体が、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ と、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ とからなる群の内の少なくとも1つを含むことを特徴とする請求項11記載のディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスプレイ装置に関し、特に、光源部から発生した紫外線等の励起光を液晶パネル等で変調することにより形成された像を蛍光体スクリーンで可視化して表示するフォトルミネッセント・ディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型テレビやコンピュータ用のディスプレイとして、CRT (cathode-ray tube) に替わって液晶ディスプレイ (LCD) の利用が増大している。また、LCDは、超音波装置、CT装置、MRI装置、さらにはCR装置等の医療用機器の診断及びモニター用や、美術観賞用、空港等の大型情報表示用のディスプレイとしても利用が検討されている。

【0003】従来のLCDは、小型軽量である等の利点を有する反面、視野角依存性が大きいという欠点を有していた。即ち、見る方向がディスプレイ面と垂直であるときに輝度が最大であり、垂直からずれると輝度やコントラストが急激に低下してしまい、さらには階調の反転も生じるため、画像の見え方が視野角によって変化してしまう。

【0004】この視野角依存性の解消と輝度の増大を実現すべく、近年、フォトルミネッセント液晶ディスプレイ (PL-LCD) が開発されている。その基本原理は、光源部から発生した紫外線等の励起光を液晶パネル等で変調することにより形成された像を、蛍光体スクリーンで可視化して表示するものである。PL-LCDの表示する像は、CRTと同様の蛍光像であるので、視野角依存性がない。また、カラー画像の場合も、CRTと同様に3色の蛍光体を塗り分ければ良いので、カラーフィルタが不要となり、効率的にも優れるものと期待されている。ただし、液晶セルへの入射励起光がランダムな方向を向いていると画像のぼけとコントラストの低下を来すことが知られており、日本国特許出願公表公報 (特表) 平9-511588号には、これを改善するために、液晶層のセル内部に集光部材を設けた表示スクリーンが掲載されている。

【0005】ところで、フォトルミネッセント・ディスプレイ装置に用いる蛍光体を選択するための基準として、従来は、単に紫外線ないし青色光線による励起効率が高いことだけが考慮されていた。例えば、米国特許第5608554号には、光源から発せられた白色光をカラーフィルタに入射して赤緑青 (RGB) の3色に分光するかわりに、赤緑青の3色をそれぞれ発光する3種類の蛍光体を用いたディスプレイ装置が掲載されており、これらの蛍光体としては、波長が380~420nmの範囲で主放射ピークを有するバックライトからの深い青色の励起光に晒されたときに良好な発光スペクトルを有するものが選ばれている。また、J. Appl. Phys. 88, 4660 (2000) には、波長365nm

及び394nmで励起効率が高い蛍光体が記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ここでいう紫外線による励起効率とは、蛍光体の評価において用いられる概念であり、通常は励起光を十分吸収できる膜厚の蛍光体層に表面から励起光を照射して同じ面からの発光を観測するという条件で測定されるものである。しかしながら、この方法により測定する励起効率は、蛍光体層の励起光照射面と反対側の面から発光を観測する場合の実用上の効率とは大きく異なる。なお、この配置では、鮮鋭度と膜厚の関係も異なっており、CR装置の診断用に要求される高鮮鋭度を実現するための膜厚は、後で詳しく説明するが、例えば120μm以下である。

【0007】従来用いられてきたPL-LCD用の蛍光体は、紫外線等による励起効率は高いが、その多くは励起光の吸収が十分ではない。従って、蛍光体層の膜厚を高鮮鋭度を実現するため比較的薄くすると、励起光照射面と反対の面から観測する場合のエネルギー効率が低く、実用化するには問題となる。また、エネルギー効率を上げるために膜厚を増すと鮮鋭度が低下するので、高輝度と高精細とを両立できなかった。これとは逆に、励起光の吸収が大きすぎると、蛍光体のごく表面だけを励起することになり、やはりエネルギー効率が低下してしまう。

【0008】一方、米国特許第4822144号には、紫外線を通し可視光線を反射する干渉フィルタ層を励起バックライト部と蛍光体層との間に設けることにより、蛍光体層で発生する可視光線の損失を低減したディスプレイ装置が掲載されている。

【0009】そこで、上記の点に鑑み、本発明は、PL-LCDを始めとする、蛍光膜に背面から励起光を照射して前面から発光光を取り出すディスプレイ装置において、高鮮鋭度でかつ高効率・高輝度・高コントラストの画像を実現することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するため、本発明に係る密着型のディスプレイ装置は、所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、この光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、この光学素子により変調された励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンとを具備する。

【0011】また、本発明に係るリアプロジェクション型のディスプレイ装置は、所定の波長を有する励起光を発生するための光源部と、この光源部により発生した励起光を2次元平面における各画素について変調する光学素子と、この光学素子により変調された励起光を投射するための投射レンズと、この投射レンズにより投射され

た励起光を第1の面で受けて、該面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する蛍光スクリーンとを具備する。

【0012】本発明の第1の観点によれば、蛍光スクリーンは、所定の波長を有する励起光に対する吸収係数が $1 \times 10^2 \text{ cm}^{-1}$ 以上である蛍光体の層を含む。ここで、輝度および鮮鋭度を高くするため、蛍光体層の膜厚が $120 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。なお、本願において、吸収係数とは見かけの吸収係数のことをいい、その評価方法については後で詳しく説明する。

【0013】また、本発明の第2の観点によれば、蛍光スクリーンは、所定の波長を有する励起光に対して最大輝度を与える膜厚が $120 \mu\text{m}$ 以下である蛍光体の層を含む。より好ましくは、最大輝度を与える膜厚は $80 \mu\text{m}$ 以下である。

【0014】さらに、本発明の第3の観点によれば、蛍光スクリーンは、所定の波長を有する励起光に対する吸収係数と膜厚との積が1.2~8である蛍光体の層を含む。より好ましくは、吸収係数と膜厚との積は2~4である。ここで、輝度および鮮鋭度を高くするため、蛍光体層の膜厚が $120 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0015】蛍光体の材料としては、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_2(\text{PO}_4)_2\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Au}, \text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Au}, \text{Al}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}, \text{Eu}$ と、 LiEuW_2O_8 と、 $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2\text{Cl}_2:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{Ba}_2\text{ZnS}_3:\text{Mn}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、 $\text{Sr}_2(\text{PO}_4)_2\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{SiO}_4:\text{Eu}$ と、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ と、 $\text{K}_2\text{Eu}_{2.5}(\text{WO}_4)_{6.75}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$ と、 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$ とからなる群の内の少なくとも1つを含んでも良い。なお、蛍光スクリーンは、上記蛍光体の発光を受けて可視光線を発生する上記蛍光体とは異なる蛍光体をさらに含むように構成することもできる。この上記蛍光体とは異なる蛍光体の材料としては、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ と、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ とからなる群の内の少なくとも1つを含んでも良い。

【0016】以上の構成によれば、蛍光体層に背面から励起光を照射して前面から発光光を取り出す系において、蛍光体層内で励起光の吸収が適度に行われて可視光が得られるため、高鮮鋭度でかつ高効率・高輝度・高コントラストの画像が得られる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るディスプレイ装置（密着型）を原理的に示す

断面図である。このディスプレイ装置は、励起光を発生するための光源部（バックライト）40を有する。光源部40で発生した励起光は、光学素子50に入射する。光学素子50は、2次元平面において多数の画素を有し、各画素について励起光を変調する。光学素子50により変調された励起光は、蛍光スクリーン60の第1の面（背面60a）に入射する。蛍光スクリーン60は、第1の面と反対側の第2の面（前面60b）から外部に可視光線を発生する。このようなディスプレイ装置は、光学素子50と蛍光スクリーン60とが密着しているの

で、密着型と呼ばれる。
【0018】光源部40は、ハウジング10と、ハウジング10内に配置された光源としての蛍光灯20と、ハウジング10の光学素子50側の側面に配置されたビーズコリメータ30とを有する。このビーズコリメータ30は、蛍光灯20から放射された励起光を、指向性を有する光（コリメート光ともいう）に変換する。光源としては、蛍光灯のかわりに、LED（発光ダイオード）や超高圧水銀灯を用いることもできる。

【0019】励起光として適しているのは、波長が $360 \sim 380 \text{ nm}$ 程度の紫外線や、波長が $380 \sim 420 \text{ nm}$ 程度の紫色又は深い青色の光線である。特に適しているのは、波長 $360 \sim 410 \text{ nm}$ の範囲の光線であり、波長 390 nm 付近にピークを有することが望ましい。波長が短すぎると、励起光を変調するための光学素子に吸収されてしまったり、光学素子に損傷を与えるおそれがある。一方、波長が長すぎると、蛍光体の励起効率が低下してしまう。また、拡散された励起光を十分にコリメートされた光に変換するために、ビーズコリメータ又は多層膜フィルタ等を使用することが望ましい。本実施形態においては、ビーズコリメータ30を使用している。

【0020】図2は、ビーズコリメータ30の構造を示す図である。図2に示すように、ビーズコリメータ30は、光透過性の支持シート31と、支持シート31に一部を接触して固定される光透過性の球体（以下、ビーズという）32を有する。支持シート31にビーズ32を固定するため、両者の間には光反射接着剤33が充填されている。光反射接着剤33は、支持シート31とビーズ32の接触部及びその近傍以外の領域における光の通過を阻止する役目も有する。ビーズコリメータ30は、ビーズ側を光学素子50に向けて配置される。蛍光灯20から放射された散乱光は、支持シートとビーズとの接触部及びその近傍のみからビーズ32に入射し、球形のビーズの作用によって屈折し、集光されてコリメート光となる。

【0021】光反射接着剤33は、光拡散物質が接着剤中に分散されたものである。微細な空隙を含めると、より強い光散乱が得られる。光拡散物質としては、屈折率1.6以上の物質が好ましく、例えば、アルミナ（Al

、 O_2) や、硫酸バリウム (BaSO_4) や、酸化チタン (TiO_2) 等の微粒子が適している。このような物質を用いることにより、効率の良い光拡散 (反射) を行うことができる。バインダを用いるかわりに、金属薄膜等を用いて、ビーズ 32 と支持シート 31 との接触部近傍以外に光反射膜を形成しても良い。この場合は、多重反射になるため、効率は落ちる。

【0022】また、光拡散物質のかわりに光吸収剤を用いても、効率は落ちるが集光作用を得ることができる。あるいは、感光性現像材料や感熱性アブレーション材料を用いて、ビーズ 32 と支持シート 31 との接触部近傍以外にブラックマスクを形成しても良い。光反射膜との併用も有効である。

【0023】本実施形態においては、光源部 40 として蛍光灯とビーズコリメータの組合せを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。LED とマイクロレンズアレイの組合せや、超高圧水銀灯と光学フィルタ (可視光線の大部分をカットする) とレンズの組合せ等、公知の LCD に利用されている各種の光源を用いることができる。

【0024】次に、図 3 を参照しながら、本実施形態に係るディスプレイ装置に含まれる蛍光スクリーン 60 について詳しく説明する。蛍光スクリーン 60 は、基板 70 と、その上に形成された蛍光体層 80 とを含む。基板 70 は蛍光体が発生した可視光線を透過する基板であり、例えば、ガラス基板を用いることができる。好ましくは、基板 70 の背面又は前面に、光源部 40 から発せられる励起光を吸収又は反射し蛍光体層 80 から発せられる発光光のみを透過する光学フィルタを設ける。さらに、基板 70 の前面に、外光の反射防止膜を付設することが望ましい。

【0025】カラーディスプレイ装置の場合には、図 3 に示すように、1 つの画素に対応して赤緑青 (RGB) の 3 つの蛍光体ドット 81、82、83 が蛍光体層 80 に含まれる。各ドットの間をブラックマトリクス 84 が埋めている。モノクロディスプレイ装置の場合には、1 つの画素に対し 1 つの蛍光体ドットを対応させれば足りるし、あるいは、画素に対応する構造を持たない均一なスクリーンとしても良い。

【0026】蛍光体層 80 は、例えば、MEK/トルエン等の有機溶剤を用いて溶解したアクリル樹脂バインダ中に蛍光体を分散・塗布して作成する。あるいは、CRT の蛍光膜の製法と同様に、フォトリソストを用いて蛍光体ドットを形成しても良い。又は、液晶ディスプレイに用いるカラーフィルタの製法と同様にして蛍光体ドットを形成しても良い。この製法には、トランサーを用いる方法や、インクジェットを用いる方法や、スクリーン印刷法等が含まれる。

【0027】ここで、蛍光体としては、単に紫外線ないし青色光線による励起効率が高いだけでは不十分であ

る。蛍光体層 80 の膜厚を高鮮鋭度を実現するための膜厚とした場合に、励起光照射面と反対側の面から観測する場合の実用上のエネルギー効率が大きくなければならない。そのためには、光源部 40 から発せられた励起光を吸収する能力が、ある程度大きい必要がある。一方、励起光を吸収する能力が大きすぎると、蛍光体層 80 のごく表面だけを励起することになり、発光した光が蛍光体層 80 の内部で減衰するので、やはりエネルギー効率が低下してしまう。従って、励起光を吸収する能力を表す吸収係数が、ある範囲に入っている必要がある。

【0028】図 4 に、蛍光体の材質、バインダ比、膜厚を変化させて多種の蛍光体層を作製し、その吸収係数、輝度、鮮鋭度を測定した結果を示す。この測定においては、波長 390 nm にピークを有する励起光を用いたが、波長が 350 ~ 420 nm の範囲の励起光を用いてもこれに近い結果が得られると推定される。励起光としては、特に、波長が 360 ~ 410 nm の範囲にある光が適している。また、蛍光体の粒度はメジアン径で 5 ~ 10 μm とし、バインダとしてアクリル樹脂を用いた。図 4 において、輝度は、各群の試料の中で最高輝度を与えるものをそれぞれ 100 とした場合の相対輝度を示す。また、鮮鋭度は、各群の試料の中で最高輝度を与える膜厚を有するものに対してのみ評価を行った。それより薄い試料にも鮮鋭度の良好なものがあるが、薄い試料ではエネルギー効率が低下してしまうので、各群の試料の中で最高輝度を与える膜厚を有するものを代表とした。

【0029】ここでいう吸収係数とは見かけの吸収係数のことをいい、その評価方法は下記のように規定するものとする。蛍光体層を厚さ d の均一層とみなし、空間に孤立して置かれた場合の反射率を r 、透過率を t とする。反射率測定は、標準白色板との相対比較で求める。図 5 に示すように、蛍光体層の裏側に白色板 (反射率 r_w) を置いた場合 (a) と黒色板 (反射率 r_b) を置いた場合 (b) の、系全体の反射率の測定値をそれぞれ R_w 、及び R_b とする。ただし、入射光 I_0 が蛍光体層に入射することにより蛍光が発生するので、蛍光分光光度計を用いることにより、測定側の波長を入射光の波長と一致させて反射光 $I_w R_w$ と $I_b R_b$ を測定する。

【0030】系全体の反射は、蛍光体層による反射と、白色板又は黒色板による反射との合計となるので、次式で表される。

$$R_w = r + r_w \times t^2 \quad \dots (1)$$

$$R_b = r + r_b \times t^2 \quad \dots (2)$$

蛍光体層の見かけの吸収係数を K とし、吸収が蛍光体層の厚さ d に関して指数関数的に減衰すると仮定すると、エネルギー保存則により反射と吸収と透過との合計は 1 であるから、次式が成立する。

【数 1】

$$r + (1-r) \int_0^d K e^{-Kx} dx + t = 1$$

$$\therefore r + (1-r) (1 - e^{-Kd}) + t = 1 \quad \dots (3)$$

(1) と (2) 式より、以下となる。

$$R_s - R_b = (r_s - r_b) \times t^2$$

$$\therefore t = \{ (R_s - R_b) / (r_s - r_b) \}^{1/2} \quad \dots (4)$$

(1) と (4) 式より、以下となる。

$$r = R_s - r_s (R_s - R_b) / (r_s - r_b) \quad \dots (5)$$

(3) (4) (5) 式より、見かけの吸収係数 K が次式 *10* で求められる。

$$\begin{aligned} K &= -(1/d) \times \ln [t / (1-r)] \\ &= -(1/d) \times \ln \left[\{ (R_s - R_b) / (r_s - r_b) \}^{1/2} \right. \\ &\quad \left. / \{ 1 - R_s + r_s (R_s - R_b) / (r_s - r_b) \} \right] \end{aligned}$$

ここで、例えば、 $r_s = 1$ 、 $r_b = 0$ であるとし、 $d = 10^{-3}$ cm の条件において $R_s = 0.5$ 、 $R_b = 0.1$ の測定結果が得られた場合には、 $K = 3.5 \times 10^2$ cm⁻¹ が求められる。

【0031】この評価方法のポイントは、適度な R_s と R_b の値を持つように蛍光体層の膜厚 d を設定して測定を行うことにある。 R_s と R_b の値がほぼ同じであると、精度の良い見かけの吸収係数は求められない。散乱が多い場合には、膜厚を薄くすることで対処できる。また、見かけの吸収係数が非常に大きい蛍光体の場合には、粒子サイズ程度の厚さでも $R_s \approx R_b$ となる可能性がある。そのような場合には、膜厚を薄くするかわりにバインダ中の蛍光体の充填率を低くして測定し、その値から換算して見かけの吸収係数を求める。例えば、充填率を半分にした場合には、膜厚が半分になったものとして計算する。

【0032】図4において、実施例1-1~3の群は、蛍光体として $ZnO:Zn$ を用い、蛍光体とバインダの比（蛍光体/バインダ）を5/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 1600 cm⁻¹ であり、非常に高い値が得られた。この群においては、膜厚 $13 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も極めて優れていた（◎印）。

【0033】また、実施例2-1~5の群は、蛍光体として $(Sr, Ca, Ba)_2(PO_4)_3Cl:Eu$ を用い、蛍光体とバインダの比を1/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 300 cm⁻¹ であり、やや低い値が得られた。この群においては、膜厚 $80 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も優れていた（○印）。実施例3-1~3の群は、実施例2-1~5と同じ蛍光体を用い、蛍光体とバインダの比を5/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 700 cm⁻¹ であり、バインダ比が1/1のものよりも高い値になった。この群においては、膜厚 $57 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も優れていた（○印）。実施例4-1~3の群は、実施例2-1~5と同じ蛍光体を用い、蛍光体とバインダの比を20/1として、膜

厚を変化させたものである。吸収係数は、 1000 cm⁻¹ であり、さらに高い値になった。この群においては、膜厚 $40 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も極めて優れていた（◎印）。

【0034】また、実施例5-1~4の群は、蛍光体として $ZnS:Ag$ 、 $Al/ZnS:Ag$ 、 Al の比を1/1としたものを用い、蛍光体とバインダの比を5/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 600 cm⁻¹ であった。この群においては、膜厚 52 又は $64 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も優れていた（○印）。

【0035】実施例6-1~4の群は、蛍光体として $ZnS:Ag$ 、 $Al/ZnS:Cu$ 、 Au 、 Al の比を8.5/1.5としたものを用い、蛍光体とバインダの比を5/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 600 cm⁻¹ であった。この群においては、膜厚 $55 \mu m$ で最高輝度が得られ、そのときの鮮鋭度も優れていた（○印）。

【0036】一方、比較例1-1~6の群は、蛍光体として $Y_2O_3:Eu$ を用い、蛍光体とバインダの比を5/1として、膜厚を変化させたものである。吸収係数は、 100 cm⁻¹ 未満であり、低い値となった。この群においては、膜厚 $164 \mu m$ で最高輝度が得られたが、そのときの鮮鋭度は劣っていた（×印）。

【0037】上記比較例においては、蛍光体の吸収係数が 1×10^2 cm⁻¹ 未満であり、輝度を得るために膜厚を大きくしなければならないので、高鮮鋭度が得られない。従って、高鮮鋭度を得るためには、吸収係数が 1×10^2 cm⁻¹ 以上である必要がある。好ましくは、吸収係数は 2×10^2 cm⁻¹ 以上である。特に、実施例2-3のように、吸収係数が 3×10^2 cm⁻¹ である場合には、優れた鮮鋭度が得られた。さらに、実施例4-2や実施例1-2のように、吸収係数が $1 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^3$ cm⁻¹ である場合には、極めて優れた鮮鋭度が得られた。一方、吸収係数が大きい場合には、励起光が深く侵入しないので、膜厚をある程度まで小さくしないと、発光光が励起面と反対側の表面から出にくくなるの

で輝度の点で不利になる。

【0038】図4の結果を蛍光体層の膜厚について検討すると、実施例2-4のように、 $120\mu\text{m}$ 程度の膜厚でもかなりの輝度を得られることが分る（最高輝度の99%）。ただし、比較例1-6のように、膜厚が $120\mu\text{m}$ よりも大きい（膜厚 $164\mu\text{m}$ ）場合には、鮮鋭度が低下してしまう。一方、実施例2-3のように、膜厚が $120\mu\text{m}$ 以下（膜厚 $80\mu\text{m}$ ）の場合には、優れた鮮鋭度が得られた。従って、蛍光体の吸収係数が上記条件の下で、蛍光体層の膜厚は、 $120\mu\text{m}$ 以下が適切であり、好ましくは $80\mu\text{m}$ 以下である。

【0039】実際には、蛍光体の種類だけではこの見かけの吸収係数や最適膜厚は定まらず、バインダ比や粒子サイズによっても変化するので、蛍光体の材料やバインダ比に応じて最高輝度を与える膜厚を選択するのが適切である。従って、上記の吸収係数及び膜厚の条件を、最高輝度を与える膜厚という概念を用いて限定することができる。即ち、最高輝度を与える膜厚として、 $120\mu\text{m}$ 以下が適切であり、好ましくは $80\mu\text{m}$ 以下である。

【0040】このように吸収係数が所定の範囲内にある蛍光体層を用いることで、数十 μm 以下の膜厚の蛍光体層で励起光が十分に吸収されるので、高精細かつ高輝度の画像を実現できる。

【0041】さらに、蛍光体層の適切な条件を、吸収係数と膜厚との積によって限定することもできる。吸収係数が最小値 $1 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ のときに、膜厚は $120\mu\text{m}$ までしか大きくできないから、吸収係数と膜厚との積の値は1.2（無次元）となる。一方、吸収係数が $1 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ と大きくなると、実施例4-3のように膜厚が $80\mu\text{m}$ でもある程度の輝度が得られ（最高輝度の72%）、その場合の吸収係数と膜厚との積の値は8である。また、吸収係数が $1.6 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$ のとき、実施例1-1のように膜厚が $7\mu\text{m}$ でも最高輝度の94%が得られており、その場合の吸収係数と膜厚との積の値は1.1である。従って、吸収係数と膜厚との積は、1~8の範囲が適当であるといえる。実際に、極めて優れた鮮鋭度が得られる場合において（図4の◎印）、吸収係数と膜厚との積は2~4の範囲に入っている。

【0042】蛍光体の材料としては、上記実施例にその一部を示しているが、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_2(\text{PO}_4)_2\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Au}, \text{Ag}, \text{Al}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Au}, \text{Al}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$ と、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Bi}, \text{Eu}$ と、 LiEuW_2O_8 と、 $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2\text{Cl}_2:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{Ba}_2\text{ZnSi}_3:\text{Mn}$ と、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}, \text{Mn}$ と、 $\text{Sr}_2(\text{PO}_4)_2\text{Cl}:\text{Eu}$ と、 $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{SiO}_4:\text{Eu}$ と、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$

と、 $\text{K}_2\text{Eu}_2\text{s}(\text{WO}_4)_{15}$ と、 $\text{ZnS}:\text{Cu}, \text{Al}$ と、 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2 \cdot \text{GeO}_2:\text{Mn}$ との内から1つ又は複数を組み合わせて用いることができる。なお、蛍光スクリーン60は、上記蛍光体の発光を受けて可視光線が発生する上記蛍光体とは異なる蛍光体をさらに含むように構成しても良い。この蛍光体を上記蛍光体と混合して使用しても良いし、上記蛍光体層の励起光とは反対側に別の層として付設しても良い。上記蛍光体とは異なる蛍光体の材料としては、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ や、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 等が適している。

【0043】次に、再び図3を参照しながら、本実施形態に係るディスプレイ装置に含まれる光学素子50について詳しく説明する。本実施形態においては、光学素子50として透過型の液晶パネルを用いている。この液晶パネルにおいて、両側のセル壁54と58の間に液晶層56が形成されている。セル壁54の内側（図中右側）には、紙面と垂直な方向に第1のアドレスライン55が設けられ、セル壁58の内側（図中左側）には、紙面に平行な方向に第2のアドレスライン57が設けられている。これらのアドレスラインは、透明であるが導電性を有する。第1のアドレス及び第2のアドレスを指定して電圧を印加することにより、液晶層内の2次元平面における各画素に位置する液晶の光透過率を変化させて、光学素子50に入射された励起光を変調することができる。カラーディスプレイ装置の場合には、1つの画素に対しRGBの3つのドットが対応する。

【0044】セル壁54と58の外側には偏光板53と59が配置されている。ドット間のクロストークを除去するため、ドットに対応した所定のグリッド開口を有する遮光膜52を形成しても良い。さらに、光学素子50と蛍光スクリーン60との間に、又は、これらの一部として、励起光が蛍光スクリーン60にほぼ垂直に入射する場合は効率良く透過し、蛍光スクリーンからの発光光は効率良く反射する多層膜フィルタを設けることが望ましい。なお、図3に示す構成とは異なるが、TFTを用いたアクティブマトリクス方式の液晶パネルを用いることも可能である。

【0045】次に、本発明の第2の実施形態に係るディスプレイ装置について、図6を参照しながら説明する。第2の実施形態は、透過型の液晶セル等の光学素子を用いたリアプロジェクション型のディスプレイ装置としたものであり、その他の点については第1の実施形態とほぼ同様である。このディスプレイ装置は、励起光が発生するための光源部110を有する。光源部110で発生した励起光は、コンデンサレンズ120により、コンデンサレンズ120の直後に配置されている光学素子130を介して投射レンズ140の絞り collects される。光学素子130は、2次元平面において多数の画素を有し、各画素について励起光を変調する。光学素子130を通

過した励起光は、投射レンズ140により投射されて、蛍光スクリーン150の第1の面に入射する。蛍光スクリーン150は、第1の面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発生する。

【0046】光源部110の光源としては、例えば、超高圧水銀灯を用いることができる。光学素子130の手前に可視光や余分な紫外光成分をカットするフィルタが必要である。光学素子130としては、第1の実施形態において用いたような透過型の液晶パネルを使用することができる。蛍光スクリーン150は、例えば、ガラス基板と、その上に形成された蛍光体層とにより構成する。適切な蛍光体層の条件と蛍光体の材料は、第1の実施形態と同様である。光学系を小さくするために、反射ミラーを用いることにより光路を折りたたんでも良い。

【0047】次に、本発明の第3の実施形態に係るディスプレイ装置について、図7を参照しながら説明する。第3の実施形態は、反射型の液晶セル等の光学素子を用いたリアプロジェクション型のディスプレイ装置としたものであり、その他の点については第2の実施形態とほぼ同様である。このディスプレイ装置は、励起光を発生するための光源部210を有する。光源部210で発生した励起光は、偏光ビームスプリッター220に第1の方向（図中上側）から入射する。偏光ビームスプリッター220の内部には、入射光とほぼ45°の角度をなして偏光分離膜が形成されており、この偏光分離膜はS波のみを反射してP波を透過する。従って、偏光ビームスプリッター220は、入射方向とほぼ90°の角度をなす方向（図中左側）へS波の励起光を反射する。偏光ビームスプリッター220により反射された励起光は、光学素子230に入射する。光学素子230は、2次元平面において多数の画素を有し、各画素について励起光を変調して反射し、第2の方向から偏光ビームスプリッター220に再び入射させる。ここで、画像が全白の場合には、S波は液晶部でP波となって投射レンズ240に導かれる。一方、画像が全黒の場合には、S波は偏光ビームスプリッター220により光源部210に戻るようになる。偏光ビームスプリッター220を通過した励起光は、投射レンズ240により投射されて、蛍光スクリーン250の第1の面に入射する。蛍光スクリーン250は、第1の面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発生する。

【0048】光学素子230としては、例えば、シリコン基板上に液晶層を形成した反射型の液晶パネルを使用することができる。この液晶パネルにおいて、第1のアドレス及び第2のアドレスを指定して電圧を印加することにより、液晶層内の2次元平面における各画素に位置する液晶分子の配列方向を変化させる。それに伴って、偏光ビームスプリッター220を通過する励起光が変調される。適切な蛍光体層の条件と蛍光体の材料は、第1の実施形態と同様である。

【0049】次に、本発明の第4の実施形態に係るディスプレイ装置について、図8を参照しながら説明する。第4の実施形態は、光学素子として、液晶パネルのかわりに光変調素子を用いたものであり、それに対応して光源部や蛍光スクリーンの構造も変更している。このディスプレイ装置は、励起光を発生するための光源部310を有する。光源部310で発生した励起光は、光学素子320に入射する。光学素子320は、2次元平面において多数の画素を有し、各画素について励起光を変調する。光学素子320により変調された励起光は、蛍光スクリーン330の第1の面に入射する。蛍光スクリーン330は、第1の面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発生する。

【0050】光源部310の光源としては、例えば、低圧水銀ランプを用いる。光源部310からの光は、光学素子320を構成する導光板321に導かれる。導光板321の上には、複数の帯状の透明な下部電極323が、所定の間隔を有して平行に設けられている。隣接する下部電極の間には、支柱325が形成されている。支柱325は、例えば、導光板321と同質の材料をエッチングすることにより形成することができる。

【0051】支柱325の上端面には、複数の帯状の透明な可撓薄膜327が、下部電極323と直交する方向に、所定の間隔を有して平行に形成されている。この可撓薄膜327は、下部電極323から離れた位置にあり、かつ、絶縁性を有する。その上面には、複数の帯状の透明な上部電極329がそれぞれ設けられている。即ち、複数の下部電極323と複数の上部電極329とが直交して格子状に配置されている。その中で所望の電極を選択して電圧を印加することにより、クーロン力によって可撓薄膜327を図中下側に撓ませる。可撓薄膜327が下部電極323と接触又は所定の距離に近づけられた部分においては、光源部310から発せられた励起光が可撓薄膜327及び上部電極329を通過する。一方、可撓薄膜327が下部電極323から十分離れている部分においては、励起光が下部電極323において反射される。これにより、光源部310から発せられた励起光を、光学素子320において変調することができる。

【0052】さらに、光学素子320と蛍光スクリーン330との間に、又は、これらの一部として、励起光が蛍光体層に垂直に入射する場合は効率良く透過し、励起光の非垂直成分や蛍光体層からの発光光は効率良く反射する多層膜フィルタを設けることが望ましい。

【0053】導光板321の材料としては、透明ガラスや、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート等の樹脂等を用いることができる。下部電極323又は上部電極329の材料としては、電子密度の高いITO等の金属酸化物や、非常に薄い金属又は金属化合物や、金属微粒子を透明絶縁体に分散した薄膜や、高

濃度ドーピングしたワイドバンドギャップ半導体等を用いることができる。上記金属としては、金、銀、パラジウム、亜鉛、アルミニウム等が適しており、上記金属化合物としては、酸化インジウム、酸化亜鉛、アルミニウム添加酸化亜鉛（通称AZO）等が適している。また、可撓薄膜 327 の材料としては、シリコン酸化物、シリコン窒化物、セラミック、樹脂等を用いることができる。

【0054】光学素子 320 の上方には、蛍光スクリーン 330 が設けられている。蛍光スクリーン 330 は、透明な前面板 334 と、前面板 334 の上に形成された蛍光体ドット 331~333 を含む蛍光体層とを有している。カラーディスプレイ装置の場合には、図 7 に示すように、1つの画素に対応して RGB の 3つの蛍光体ドット 331、332、333 が形成される。これらの蛍光体ドットの周囲には、ブラックマトリクスを設けても良い。モノクロディスプレイ装置の場合には、1つの画素に対し 1つの蛍光体ドットを対応させれば足りるし、画素に対応する構造を持たない均一なスクリーンとしても良い。適切な蛍光体層の条件と蛍光体の材料は、第 1 の実施形態と同様である。

【0055】前面板 334 としては、例えば、ガラス板を用いることができる。好ましくは、光源部 310 から発せられる励起光を吸収又は反射して蛍光体層から発せられる発光光のみを透過する光学フィルタを設ける。さらに、外光の反射防止膜を付設することが望ましい。

【0056】上記のように構成したディスプレイ装置において、光源部 310 から発せられた励起光を変調するために、ファブリーペロー干渉を利用することも可能である。即ち、2つの平面が向かい合わせに平行に配置された状態において、入射光線が透過と反射を繰り返して多数の光線に分割され、これらは互いに平行となり干渉を生じる。面の垂線と入射光線とのなす角を θ とし、2つの平面間の間隔を t とすると、透過光と 2つの平面間で 2 回反射した光との間の光路差 x は、反射の際の位相変化がなければ、 $x = 2nt \cdot \cos \theta$ で与えられる。ここで、 n は 2つの平面間の屈折率である。光路差 x が波長 λ の整数倍のときに透過光線は互いに強め合い、光路差 x が半波長の奇数倍のときに透過光線は互いに弱め合う。従って、 $2nt \cdot \cos \theta = m\lambda$ のときに透過光線が最大となり、 $2nt \cdot \cos \theta = (2m+1)\lambda/2$ のときに透過光線が最小となる。ここで、 m はゼロ以上の整数である。このファブリーペロー干渉を利用する場合には、光源部 310 から発せられた励起光が可撓薄膜 327 及び上部電極 329 を通過するために可撓薄膜 327 を下部電極 323 に接触させる必要はなく、所定の変位を与えれば十分である。

【0057】次に、本発明の第 5 の実施形態に係るディスプレイ装置について、図 9 を参照しながら説明する。第 5 の実施形態は第 4 の実施形態の変形であり、可撓薄膜が導電性を有して上部電極を兼ねる点と、下部電

極と上部電極の形成方向が逆になっている点と、蛍光体層が上部電極上に形成されている点が、第 4 の実施形態と異なる。その他の点は、第 4 の実施形態とほぼ同様である。

【0058】本実施形態においては、光源として、例えば、LED アレイを用いることができる。LED アレイからの光は、導光板 421 に導かれる。導光板 421 の上には、複数の帯状の透明な下部電極 423 が、所定の間隔を有して平行に設けられており、その上に透明な絶縁層 427 が形成されている。図示しないが、隣接する下部電極の間には、支柱が形成されている。

【0059】支柱の上端面には、導電性を有し上部電極としても働く複数の帯状の透明な可撓薄膜 429 が、下部電極 423 と直交する方向に、所定の間隔を有して平行に形成されている。この可撓薄膜 429 は、絶縁層 427 から離れた位置にある。即ち、複数の下部電極 423 と複数の上部電極（可撓薄膜 429）とが直交して格子状に配置されている。その中で所望の電極を選択して電圧を印加することにより、クーロン力によって可撓薄膜 429 を図中下側に撓ませる。可撓薄膜 429 が絶縁層 427 と接触又は所定の距離に近づけられた部分においては、光源から発せられた励起光が可撓薄膜 429 を通過する。一方、可撓薄膜 429 が絶縁層 427 から十分離れている部分においては、励起光が絶縁層 427 において反射される。これにより、励起光を変調することができる。

【0060】可撓薄膜 429 の材料としては、ポリシリコン等の半導体等、あるいは、第 3 の実施形態と同様の電極材料を用いることができる。可撓薄膜 429 上には、蛍光体層 431 が形成されている。蛍光体層の適切な条件と蛍光体の材料は、第 1 の実施形態と同様である。さらに、蛍光体層 431 の上方に透明な前面板を設けても良い。

【0061】次に、本実施形態に係るディスプレイ装置の動作原理の一例について説明する。可撓薄膜 429 と絶縁層 427 との間にキャビティ（例えば空気）が存在する場合には、キャビティの屈折率を 1 とし絶縁層 427 の屈折率を n_r とすると、空気との界面における全反射臨界面角（垂線となす角） θ_c は、 $\theta_c = \sin^{-1}(1/n_r)$ となる。従って、界面への入射角 θ （垂線となす角）が、 $\theta > \theta_c$ のとき、入射光は導光板 421 ないし絶縁層 427 内を全反射しながら進む。一方、可撓薄膜 429 と絶縁層 427 とが接触又は所定の距離に近づけられると、 $\theta < \theta_c$ となり、入射光は可撓薄膜 429 側に導光されて伝搬透過し、可撓薄膜 429 の上側から出射されて蛍光体層 431 を励起する。

【0062】次に、本発明の第 6 の実施形態に係るディスプレイ装置について、図 10 を参照しながら説明する。第 10 の実施形態は、光学素子 510 として DMD (Digital Micromirror Device) を用いたものである。

励起光は、DMD素子が形成された基板512の垂線に対して、約20°の角度で入射する。DMD素子は、基板512上に形成された微小反射面511を有している。この微小反射面が約±10°傾くことにより、励起光が、投射レンズ520に入射するか、あるいは、光吸収体530に入射する。投射レンズ520に入射された励起光は、蛍光スクリーン540の第1の面に投射される。蛍光スクリーン540は、透明な前面板544と、前面板544の上に形成された蛍光体ドット541～543を含む蛍光体層とを有している。励起光が投射された蛍光体ドットは、蛍光スクリーン540の第1の面と反対側の第2の面から外部に可視光線を発する。蛍光スクリーン540における適切な蛍光体層の条件と蛍光体の材料は、第1の実施形態と同様である。

【0063】

【発明の効果】以上述べた様に、本発明によれば、蛍光膜に背面から励起光を照射して前面から発光光を取り出すディスプレイ装置において、高鮮鋭度でかつ高効率・高輝度・高コントラストの画像を実現できる。従って、薄型テレビやコンピュータ用のディスプレイとしては勿論のこと、視野角依存性がないことから、医療用機器の診断及びモニター用や、美術観賞用、空港等の大型情報表示用のディスプレイとして最適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るディスプレイ装置を原理的に示す断面図である。

【図2】図1のディスプレイ装置におけるビーズコリメータ30の構造を示す図である。

【図3】図1のディスプレイ装置における光学素子50と蛍光スクリーン60の構造を示す断面図である。

【図4】蛍光体の材質、バインダ比、膜厚を変化させて多種の蛍光体層を作製し、その吸収係数、輝度、鮮鋭度を測定した結果を表で示す図である。

【図5】蛍光体の見かけの吸収係数を求める際の反射率測定方法を説明するための図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係るディスプレイ装置を示す図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係るディスプレイ装置を示す図である。

10

20

30

40

50

52

54

56

60

70

81

84

220

520

321

325

29

329

前面板

427

512

530

*

* 【図8】本発明の第4の実施形態に係るディスプレイ装置を示す断面図である。

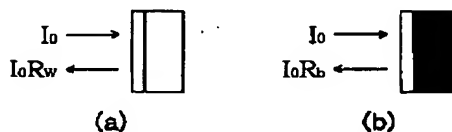
【図9】本発明の第5の実施形態に係るディスプレイ装置を示す断面図である。

【図10】本発明の第6の実施形態に係るディスプレイ装置を示す図である。

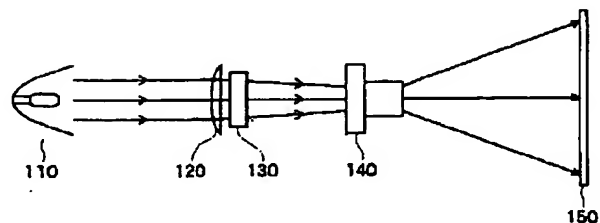
【符号の説明】

10	ハウジング	20	蛍光灯
30	ビーズコリメータ	31	支持シート
32	ビーズ	33	パイ
ンダ			
40、110、210、310	光源部		
50、130、230、320、510	光学素子		
52	遮光膜	53、59	
	偏光板		
54、58	セル壁	55	第1のアド
	レスライン		
56	液晶層	57	第2
	のアドレスライン		
60、150、250、330、540	蛍光スクリー		
ン			
70	基板	80、431	蛍
	光体層		
81～83、331～333、541～543	蛍光体		
ドット			
84	ブラックマトリクス	120	コンデン
	サレンズ		
220	偏光ビームスプリッター	140、240、	
520	投射レンズ		
321、421	導光板	323、423	
	下部電極		
325	支柱	327、4	
29	可撓薄膜		
329	上部電極	334、544	
	前面板		
427	絶縁層	511	微小反射
	面		
512	DMD素子が形成された基板		
530	光吸収体		

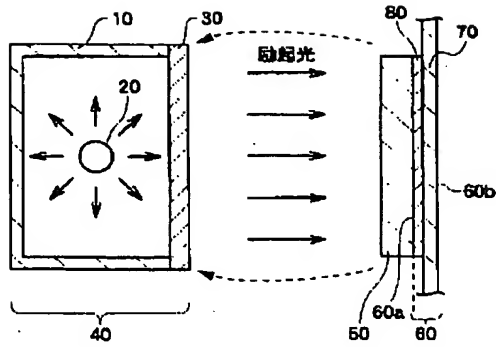
【図5】



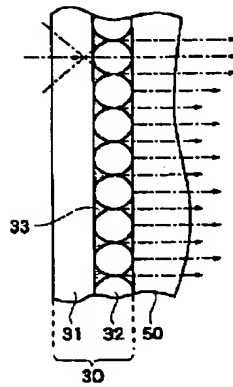
【図6】



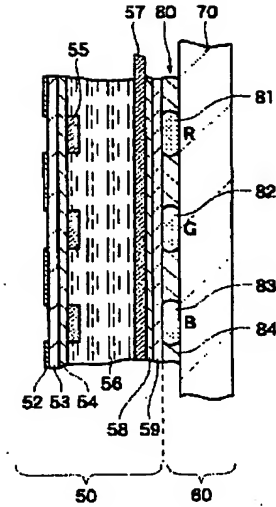
【図1】



【図2】



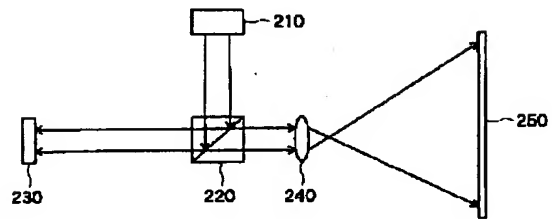
【図3】



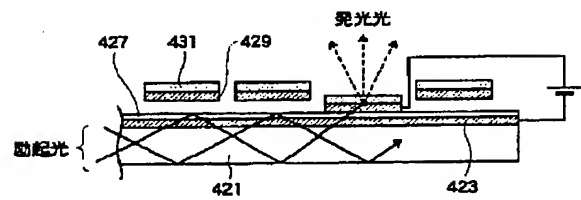
【図4】

資料 No.	膜厚 (μm)	吸収係数 (cm^{-1})	輝度	耐熱度
1-1	7	1000	84	
1-2	13		100	◎
1-3	36		75	
2-1	15	300	24	
2-2	40		66	
2-3	80		100	○
2-4	123		99	
2-5	165		91	
3-1	23	700	78	
3-2	67		100	○
3-3	90		97	
4-1	15	1000	85	
4-2	40		100	◎
4-3	80		72	
5-1	22	600	71	
5-2	37		94	
5-3	82		100	○
5-4	64		100	○
6-1	18	800	71	
6-2	35		94	
6-3	55		100	○
6-4	66		99	
7-1	10	100未満	25	
7-2	20		32	
7-3	43		50	
7-4	83		57	
7-5	125		96	
7-6	164		100	×

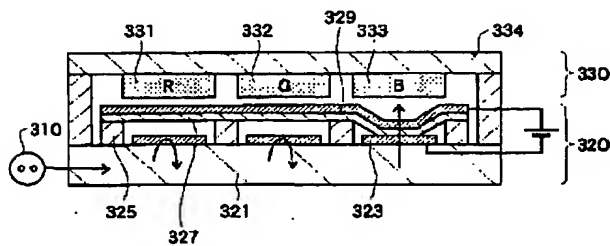
【図7】



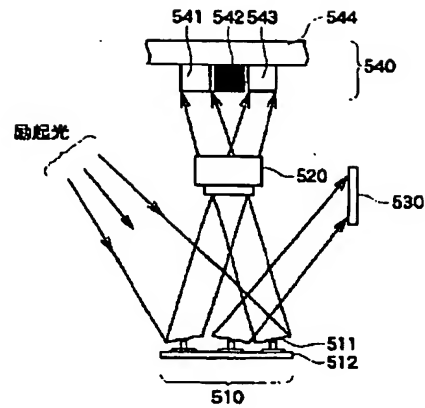
【図9】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

C 0 9 K 11/61

11/64

11/66

11/78

11/80

11/84

G 0 2 F 1/13

識別記号

C P S

C P X

C P M

C P T

C P B

C Q C

C P M

C P P

C P D

5 0 5

F I

C 0 9 K 11/61

11/64

11/66

11/78

11/80

11/84

G 0 2 F 1/13

テーマコード(参考)

C P S

C P X

C P M

C P T

C P B

C Q C

C P M

C P P

C P D

5 0 5